

Bygga av mur för att separera skogsbränslen vid lagring

Hagos Lundström, Erik Anerud, Lars Eliasson



Innehåll

Förord	3
Summary	4
Sammanfattning	5
Inledning	6
Material och metod	6
Murbygge	6
Stackning av bark mot muren	6
Resultat	8
Murbygge	8
Stackning av bark	8
Diskussion och Slutsatser	9
Referenser	10



skogforsk

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts Februari 2024 av Maria Iwarsson Wide, programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering 26 februari 2024.

Redaktör: Caroline Rothpfeffer, caroline.rothpfeffer@skogforsk.se
©Skogforsk 2024 ISSN 1404-305X

Förord

Studien har finansierats av Energimyndigheten (P2022-00568), och ett antal svenska energiföretag.

Uppsala 2024-01-29

Hagos Lundström, Erik Anerud och Lars Eliasson

Summary

Forest fuel deliveries to the district heating sector vary with season and outdoor temperature. As these variations can occur rapidly, storage of chipped forest fuels is a necessity to ensure that the heat and power plants get enough fuel.

Previously, we showed that storage in wood chip stacks placed against a wall and covered with a semi-permeable cloth resulted in significantly lower moisture contents and stack temperatures as well as lower dry matter losses during the storage period. The wall also enabled more rational handling of the chips and better opportunities to separate different chip assortments. A pilot study has been carried out to describe 1) how long time it takes to build a wall, and 2) the time needed to stack material against the wall.

With good conditions, it took 90 minutes of effective working time to build a 20 m long, 4.8 m high wall using a lorry mounted crane. The measured times assume that all blocks are within reach of the crane. In the study, an articulated loader was used to get blocks within reach of the crane, and this minimized waiting time for the crane.

The articulated loader stacked about 115 tonnes of bark per hour. Two thirds of the time was spent retrieving material, so the location of the material to be stacked is of great importance for stacking productivity. The wall provided the loader with support during the stacking process, and it was easier for the operator to construct a stack with the correct slope and avoid creating flat areas at the top of the stack.

Sammanfattning

Fjärrvärmesektorns efterfrågan på skogsbränslen varierar med årstid och utomhustemperatur. Då efterfrågan snabbt kan öka är lagring av flisade skogsbränslen en nödvändighet för att säkerställa leveranserna till värme- och kraftvärmeverk. I en tidigare studie visade vi att lagring i flisstackar som lagts upp mot en mur och täckts med en semipermeabel duk gav signifikant lägre fukthalter och stacktemperaturer samt mindre substansförluster under lagringsperioden. Muren möjliggjorde dessutom en mer rationell hantering av flisen samt bättre möjligheter att separera olika flissortiment. I denna tidsstudie har vi belyst hur lång tid det tar att bygga mur och stacka material, i detta fall bark, mot muren.

Med goda förutsättningar tog det kranföraren 90 minuter effektiv arbetstid att bygga en 20 meter lång och 4,8 meter hög mur. De uppmätta tiderna förutsätter att alla block finns på plats och att kranen kan nå dem. I studien hade blocken lagts upp så att det blev små väntetider för kranföraren på att den assisterande lastmaskinen skulle få fram block till kranen.

Lastmaskinen stackade upp ca 115 ton bark per timme. Två tredjedelar av tiden åtgick till att hämta material vilket visar att placeringen av materialet som ska stackas är av stor betydelse för produktiviteten i arbetet. Muren gav lastmaskinen ett stöd vid stackningsarbetet, och det var lättare för föraren att konstruera en stack med rätt lutning och undvika att det skapas platta partier på toppen av stacken.

Inledning

Fjärrvärmesektorns efterfrågan på skogsbränslen varierar med årstid och utomhustemperatur. Då dessa variationer i bränslebehovet kan ske snabbt är lagring av flisade skogsbränslen en nödvändighet för att säkerställa leveranserna till värme- och kraftvärmeverk.

Lagring av flisade skogsbränslen medför ett antal nackdelar; dels minskar energivärdet i det lagrade bränslet över tid på grund av nedbrytning, dels innebär denna nedbrytning att värme bildas i stackarna och det finns därmed en risk för självantändning, och till sist, är materialet är skrymmande att lagra (Anerud m.fl. 2019; Anerud m.fl. 2020).

I en tidigare studie visade vi att lagring i flisstackar som lagts upp mot en mur och täckts med en semipermeabel duk gav signifikant lägre fukthalter och stacktemperaturer samt mindre substansförluster underlagringsperioden (Eriksson m.fl. 2021). Muren möjliggjorde dessutom en mer rationell hantering av flisen samt bättre möjligheter att separera olika flissortiment. Från brandsynpunkt kan nyttan med ett mursystem vara att det blir lättare att begränsa stackstorlekarna genom att man bygger fack för flisen och att murarna i sig utgör en barriär mot brandspridning. Ett mursystem innebär dock en ökad investeringskostnad för terminalen och det tar tid att bygga murarna. En fråga som uppkommit är hur lång tid det tar att bygga en mur och att flytta den om det skulle bli nödvändigt.

För att kunna besvara dessa frågor genomfördes en mindre tidsstudie av murbyggnad och nedplockning av mur på Umeå Energis terminal vid Dävamyrans kraftvärmeverk utanför Umeå. Dessutom studerades stackning av bark mot muren för att ge en skattning av tidsåtgången även stackningsarbetet.

Material och metod

Murbygge

Muren byggdes med ett grundlager med 13 bottenblock och ovanpå detta lades 5 lager med normala block. Totalt består mursegmentet av 79 block. Varje block är 1,6 meter långt och 80 centimeter högt, detta innebär att den färdiga muren var 20,8 meter lång och 4,8 meter hög. För byggandet av muren användes en kranbil för uppstaplandet av betongblocken. Blocken hade levererats till terminalen veckan innan studien. När blocken levererats ställdes de på marken, och under murbyggnationen såg en lastmaskin till att det fanns block inom kranbilens räckvidd. Placeringen av de levererade blocken var dålig vilket ledde till en hel del extraarbete vid murbyggnationen. Därför beslöts att genomföra studien av murbyggnationen efter att muren byggts upp och nedplockningen av muren studerats. Detta gav kranföraren möjligheten att placera blocken så bra som möjligt, dvs så att lastmaskinens arbete minimerades, innan murbyggnationen studerades.

Stackning av bark mot muren

Två små stackar med bark byggdes mot den uppsatta muren. Den första stacken vägde 91 ton och hade en volym på 254 m³s, medan den andra stacken vägde 88 ton och hade en volym på 246 m³s. I genomsnitt hade barken en fukthalt på 49,6 procent.

Stackningen genomfördes med en större lastmaskin utrustad med dels en lättmaterialskena, dels en 3 meter bred putter (ett schaktblad monterat på en förlängningsarm). Barken stackades nästan upp till samma höjd som muren, dvs till mellan 4,6 och 4,8 meter höjd (Figur 1).

Vid tidsstudien av bygget av den första stacken användes en enklare momentindelning som delade upp det effektiva arbetet i fem arbetsmoment:

1. Fyllning av skopa
2. Lastkörning = Körning med material i skopan
3. Tömning av skopan
4. Tomkörning = Körning utan material i skopan
5. Stackningsarbete = Omtag, upptryckning av material med skopa eller putter

Efter den första studien modifierades momentindelningen utifrån erfarenheterna av den första stacken, och stackningen delades upp i delmomenten:

- Omtag
- Upptryckning med skopa
- Upptryckning med putter
- Redskapsbyte



Figur 1. Den färdiga barkstacken. Foto: Hagos Lundström, Skogforsk

Resultat

Murbygge

Med bra förutsättningar tog det kranföraren 90 effektiva minuter att bygga upp muren. Av denna tid användes 25 minuter på att lägga ut de 13 blocken i grundlagret (Tabell 1). När grundlagret väl var på plats och blocken låg både plant och rakt gick det betydligt fortare att lägga de kommande lagren. I genomsnitt tog det 13 minuter att lägga ett lager med vanliga block. De uppmätta tiderna förutsätter att alla block finns på plats och att kranföraren kan nå dem. I studien var väntetiderna på att lastmaskinen skulle få fram blocken till kranen korta, totalt väntade kranen endast 2 minuter på block.

Tabell 1. Tiden (minuter) för att bygga och plocka ner en sex lager hög och 13 block lång mur

	Kranarbete	Flytt av kranbil	Väntan och städning
<u>Bygga mur</u>			
Grundlager	19	5	1,5
5 lager vanliga block	52	10	2,5
Summa	71	15	4
<u>Plocka ner mur</u>			
5 lager vanliga block	40	5	3
Grundlager	8	7	1
Summa	48	12	4

Nedmonteringen av muren gick något fortare och tog 64 minuter effektiv tid (Tabell 1). Här lade kranföraren bara ut de nedplockade blocken på marken, vid en faktisk flytt av en mursektion hade det varit mer rationellt att lasta blocken direkt på en lastbil för vidaretransport till den plats där de skulle användas. Förutom att en tid för transport tillkommit, hade detta troligen ökat tiden för kranarbetet under nermonteringen då en större precision i arbetet är nödvändig då man ställer blocken på en lastbil.

Stackning av bark

Stackningsarbetet tog ca 47 minuter effektiv arbetstid per stack (Tabell 2), och ca 1/3 av tiden användes för att forma stacken. Övrig tid användes för att hämta materialet och tippa det i stacken. Denna del av tiden beror till stor del på hur långt avståndet till materialet som hämtades var. I genomsnitt stackade lastmaskinen 115 ton bark per timme, dvs 57,2 ton torrs substans per timme, vilket ger en kostnad för stackningsarbetet på ca 10 kr per ton eller 20 kr per ton torrs substans.

Tabell 2. Tider (sekunder) för att bygga en barkstack mot muren. För stack 1 sårhölls inte delmomenten för stackningsarbetet utan den totala tiden redovisas under Omtag.

	Fyllning av skopa	Last- körning	Tömning av skopa	Tom- körning	Stackningsarbete				Totalt
					Omtag	Stackning m. Putter	Redskaps- byte	Upptäckning m skopa	
<u>Total tid</u>									
Stack 1	277	728	353	427	1004				2790
Stack 2	344	960	312	519	336	62	254	44	2832
<u>Tid per ton</u>									
Stack 1	3,0	8,0	3,9	4,7	11,0				30,7
Stack 2	3,9	10,9	3,5	5,9	3,8	0,7	2,9	0,5	32,1

Diskussion och slutsatser

Studien visar att det går förhållandevis fort både att bygga och plocka ner en mur. Därmed bör tiden för själva murbygget inte vara någon stor del av anläggningskostnaden för en mur på en terminal, utan investeringen i betongblocken och transporten av dessa till terminalen torde utgöra största delen av kostnaden. Muren är flyttbar, men det innebär inte att man bör se muren som en temporär konstruktion som flyttas ofta. Betongblocken är inte armerade och inte avsedda att hanteras alltför frekvent. Därför bör läget för murar på en terminal planeras med omsorg så att eventuella flyttar av murarna eller delar av dem, minimeras.

Underlaget där en mur ska placeras är viktigt. Det ska vara plant för att grundlagret kan placeras utan att blocken står ostadigt. Om det inte är plant måste kranföraren lägga tid på att jämna till underlaget med fyllsand för att de ovanliggande lagren ska vara enkla att lägga på plats. I annat fall passar inte blocken i varandra som avsett och arbetet blir svårare.

Under studien byggdes muren av block som levererats till terminalen veckan innan studien. I många fall torde leveranserna av block ske under murbygget, vilket gör att mindre plats i närheten av murbygget behövs för att mellanlagra block. Dessutom torde en mindre andel av blocken ligga så att kranen får svårt att nå dem under byggarbetet.

Muren gav lastmaskinen ett stöd vid stackningsarbetet och det var lättare för föraren att konstruera en stack med rätt lutning och undvika att det skapas platta partier på toppen av stacken.

I studien utgjorde tiden för att forma stacken bara en tredjedel av lastmaskinens arbetstid. Detta indikerar att materialets placering är av stor vikt för arbetet. Om de lastbilar som levererar materialet kan tippa det där stacken ska vara, dvs mot muren eller vid tidigare levererat material, kan stackningsarbetet underlättas. Då stackning av bark inte studerats i någon större omfattning tidigare är det svårt att avgöra i vilken omfattning muren påverkade tidsåtgången för stackningsarbetet. Liksom för tåglastning

av flis (Enström & Pettersson 2023) kan man förvänta att valet av lastmaskin, valet av skopa och materialets placering innan stackningen har en stor påverkan på produktiviteten i stackningsarbetet. En analys av hur dessa faktorer påverkar produktiviteten bör genomföras med datorsimuleringar och inte med fältstudier, då antalet påverkande faktorer är stort.

Referenser

- Anerud, E., Krigstin, S., Routa, J., Brännström, H., Arshadi, M., Helmeste, C., Bergström, D. & Egnell, G. 2019. Dry matter losses during biomass storage. Measures to minimize feedstock degradation. Nr. IEA Bioenergy: Task 43: 2019: 08, 45 sid.
- Anerud, E., Routa, J., Bergström, D. & Eliasson, L. 2020. Fuel quality of stored spruce bark – Influence of semi-permeable covering material. Fuel 279: 118467.
- Enström, J. & Pettersson, S. 2023. Simulering av terminallogistik vid utlastning. Arbetsrapport Nr. 1160-2023, Skogforsk, Uppsala. 20 sid.
- Eriksson, A., Anerud, E. & Eliasson, L. 2021. Från problem till lösningar för storskalig lagring av flis. Webresultat Nr. 99-2021, Skogforsk, 3 sid.